

Partial Translation of JP 1997-231592

Publication Date: September 5, 1997

Application No.: 1996-34096

Filing Date: February 21, 1996

Applicant: Sony Corporation

Inventor: Genichi IZUKA

[0027]

[Description of the Preferred Embodiments]

The embodiments of the present invention are described below referring to the drawings.

[0028]

An optical pickup apparatus related to the present invention, as shown in Fig. 1, radiates and concentrates a luminous flux onto the front surface of a signal recording layer 102 of an optical disk 101 as an optical recording medium, and reads information signals recorded on the optical disk 101 based on reflected luminous flux of the luminous flux.

[0029]

In an optical disk reproducing apparatus formed with this optical pickup apparatus, the optical disk 101 is rotated with its central part held, and the optical pickup apparatus is supported in a state where an object lens 20 for concentrating the luminous flux is faced toward the principal surface of the optical disk 101. Also, by moving the optical pickup apparatus along the inner and outer peripheries of the optical disk 101, it is possible to read

information signals from the entire signal recording layer of the optical disk 101.

[0030]

The optical pickup apparatus is formed by arranging a semiconductor laser device, a photodetector, a beam splitter, and an object lens drive mechanism 6 supporting the object lens 20 on one substrate 2 and 36, and covering these device and optical components with a shell cover 30 as a covering member attached to the substrate 2 and 36.

[0031]

The substrate 2 and 36 consists of a base plate 2 as the first substrate and a printed circuit board 36 as the second substrate mounted on the top surface of the base plate 2.

[0032]

The base plate 2 is made from an iron plate. The printed circuit board 36 has a base material portion consisting of various insulation materials, a printed wiring pattern of copper foil formed in a predetermined shape on the principal surface of the base material portion, and a resist film covering the wiring pattern.

[0033]

The printed circuit board 36 is attached on the top surface of the base plate 2 in line with the base plate 2, in a state where one part of the top surface of the base plate 2 is exposed at the upper side, as shown in Figs. 2 to 5. The upper-side exposed part of the base plate 2 constitutes a reference surface 44.

[0034]

Also, the printed circuit board 36 has a flange 50 protruding outward from the edge of the top surface of the base plate 2. The flange 50 is formed by covering void portions 38 and 39 provided in the base plate 2 with the printed circuit board 36, as shown in Figs. 2 and 3.

[0035]

The reference surface 44 and the flange 50 may be adjacent to each other as shown in Fig. 5 (Meanwhile, the figures parenthesized in Fig. 5 are examples of measurements in mm).

[0036]

An optical part is arranged on the printed circuit board 36. The optical part consists of a semiconductor laser device 10 as a light emitting device fixedly arranged on the printed circuit board 36, first and second photodetectors (photodiodes) 14a and 14b as light receiving devices, and the object lens 20 as an optical component for concentrating a laser luminous flux emitted from the semiconductor laser device 10 onto the front surface of the signal recording layer 102 of the optical disk 101.

[0037]

The semiconductor laser chip 10 and the photodetectors 14a and 14b are arranged on one semiconductor base material part 13 so as to constitute a laser coupler (L/C) 3, as shown in Fig. 9. That is, the semiconductor laser device 10 is arranged on the semiconductor base material part 13 via a heat sink 11. Additionally, each of the first and second photodetectors 14a and 14b is formed on the semiconductor base material part 13, in a state of being split into a plurality of light receiving surfaces.

[0038]

Arranged on the laser coupler 3 is a beam splitter prism 12 above the photodetectors 14a and 14b. The beam splitter prism 12 directs a beam splitter surface 12R forming a predetermined inclination angle with respect to the top surface of the semiconductor base material part 13, toward the semiconductor laser device 10.

[0039]

The laser coupler 3 is fixedly bonded to the printed circuit board 36 in such a manner that the top surface of the semiconductor base material part 13 is in parallel with the top surface of the printed circuit board 36.

[0040]

On the laser coupler 3, the semiconductor laser device 10 emits the laser luminous flux toward the beam splitter surface 12R. The laser luminous flux emitted from the semiconductor laser device 10 is reflected by the beam splitter surface 12R and is radiated in an upward vertical direction with respect to the semiconductor base material part 13.

[0041]

The laser luminous flux emitted from the laser coupler 3 is reflected by a reflecting mirror 4 arranged on the printed circuit board 36 in such a manner as to cover the upper side of the laser coupler 3, and is deflected in a direction parallel to the top surface of the printed circuit board 36. Then, the laser luminous flux is reflected by a reflecting prism 5 arranged on the printed circuit board 36 so as to be positioned under the object lens 20, and is deflected in an upward vertical direction with respect to the top surface of the printed circuit board 36. The object lens 20 is supported by the object lens drive mechanism 6 described later so as to be positioned above the

printed circuit board 36 and separated from the printed circuit board 36.

[0042]

The laser luminous flux incident upon the object lens 20 via the reflecting prism 5 is concentrated by the object lens 20 onto the front surface of the signal recording layer 102 of the optical disk 101.

[0043]

The laser luminous flux concentrated on the front surface of the signal recording layer 102 is reflected by the signal recording layer 102, and is returned to the object lens 20. The reflected luminous flux returned to the object lens 20 comes back to the beam splitter surface 12R via the reflecting prism 5 and the reflecting mirror 4.

[0044]

The reflected luminous flux returned to the beam splitter surface 12R passes through the beam splitter surface 12R and enters into the beam splitter prism 12, and is thus split in an optical path returning to the semiconductor laser device 10 and received by the first photodetector 14a. In addition, the reflected luminous flux is reflected by the front surface of the first photodetector 14a and the inside surface of the beam splitter prism 12, and is received by the second photodetector 14b as well.

[0045]

On the basis of photodetection outputs from the photodetectors 14a and 14b, a read signal (RF signal) for reading an information signal recorded on the optical disk 101, a focus error signal (FE signal) indicative of a misalignment in an optical axis direction (a focus error) between a point of concentration of the luminous flux by the object lens 20 and the front surface of the signal

recording layer 102, and a tracking error signal (TE signal) indicative of a misalignment in a direction orthogonal to the optical axis and the recording track formed on the front surface of the signal recording layer 102 (a tracking error) between the point of concentration of the luminous flux and the recording track are calculated.

[0046]

That is, the read signal (RF signal) is obtained as a sum of the photodetection outputs from the photodetectors 14a and 14b. Additionally, the focus error signal (FE signal) is obtained as a difference between the photodetection outputs from the photodetectors 14a, 14b.

[0047]

Moreover, the tracking error signal (TE signal) is acquired as a difference between a sum of a photodetection output (A) from the light receiving surface on one side of the first photodetector 14a and a photodetection output (D) from the light receiving surface on the other side of the second photodetector 14a and a sum of a photodetection output (B) from the light receiving surface on the other side of the first photodetector 14a and a photodetection output (C) from the light receiving surface on the one side of the second photodetector 14a ((A + D) – (B + C)).

[0048]

Besides, on each of the photodetectors 14a and 14b, a parting line between the light receiving surface on the one side and the light receiving surface on the other side is drawn so as to form a 45-degree angle with respect to a tangential direction T of the recording track in the optical disk 101, as shown in Fig. 10. The recording track is formed on the front surface

of the signal recording layer 102, in the shape of an approximately concentric spiral around the center of the optical disk 101.

[0049]

In addition, the object lens drive mechanism 6 is arranged on the printed circuit board 36. The object lens drive mechanism 6 is composed of a lens bobbin 21 for movably supporting the object lens 20 and a magnetic circuit for moving the lens bobbin 21.

[0050]

The object lens drive mechanism 6 supports the object lens 20 and also moves the object lens 20 in a direction of the optical axis of the object lens 20 and a direction orthogonal to the direction of the optical axis.

[0051]

The object lens drive mechanism 6 moves the object lens 20 according to the focus error signal and the tracking error signal so that the object lens 20 moves in response to an eccentricity and a so-called runout associated with the rotation of the optical disk 101 and that the point of concentration of the luminous flux formed by the object lens 101 is always positioned on the recording track.

[0052]

The object lens drive mechanism 6 has an adjustment plate 54 that is fixed to the printed circuit board 36 after it is moved and adjusted on the printed circuit board 36. A supporting block 6e is fixedly arranged on the adjustment plate 54. The supporting block 6e supports the lens bobbin 21 via four leaf springs 22, 23, 24 and 25. The object lens 20 is mounted on the lens bobbin 21. The lens bobbin 21 is made movable in two axial directions,

vertically and from side to side, owing to elastic displacements of the leaf springs 22, 23, 24 and 25.

[0053]

In addition, a coil bobbin 26 constituting the magnetic circuit is mounted on the lens bobbin 21. A focus coil 26a is wound around the outer periphery of the coil bobbin 26, and a pair of tracking coils 26b wound in an approximately annular shape is attached to the coil bobbin 26.

[0054]

On the printed circuit board 36, a movable yoke 60 that is moved and adjusted in a manner interlocked with the adjustment plate 54 is arranged. The movable yoke 60 has a pair of engaging protrusions (dowels) 63 and 64 forming a coupled part as shown in Figs. 1 to 23. This movable yoke is moved and adjusted in a manner interlocked with the movement and adjustment of the adjustment plate 54 by fitting and engaging these engaging protrusions 63 and 64 in a hole 59 and a long hole 57 provided in arms 56 and 58 on the front end of the adjustment plate 54. The movable yoke 60 is moved and adjusted in a two-dimensional direction along the top surface of the printed circuit board 60.

[0055]

The movable yoke 60 has a pair of upwardly yokes 27a and 27b projected upward. A magnet 28 is attached to one of these yokes 27a and 27b. The magnet 28 and the yokes 27a and 27b form the magnetic circuit via the movable yoke 60. In the magnetic circuit, a clearance between the magnet 28 and the other yoke 27a constitutes a magnetic gap.

[0056]

The coil bobbin 26 is mounted on the lens bobbin 21 so that one part of the focus coil 26a and one part of the tracking coil 26b are positioned within the magnetic gap of the magnetic circuit.

[0057]

That is, when a drive current is supplied to the focus coil 26a in response to the focus error signal, the focus coil 26a receives an electromagnetic force from a magnetic flux within the magnetic gap, and moves the lens bobbin 21 in a direction of optical axis of the object lens 20 (vertically). Also, when a drive current is supplied to the tracking coil 26b in response to the tracking error signal, the tracking coil 26b receives an electromagnetic force from the magnetic flux within the magnetic gap, and moves the lens bobbin 21 in a direction orthogonal to the optical axis of the object lens 20 (from side to side).

[0058]

In addition, in the optical pickup apparatus, the shell cover 30 is attached to the substrate 2 and 36.

[0059]

The shell cover 30 has a shape capable of covering the optical part when attached on the substrate 2 and 36, as shown in Figs. 6 to 8. It is formed from a material of high dimensional accuracy and stiffness such as PPS resin and zinc die-cast, by means of injection molding, for example.

[0060]

The shell cover 30 has a plurality of contacted rods 43, 43 projected downward as a first contacted part on the bottom surface facing toward the substrate 2 and 36. Also, the shell cover 30 has on its lateral side a pair of

contacted claws 42, 42 as a second contacted part. These contacted claws 42, 42 are projected sideward from the lower ends of supporting rods 41, 41 projected downward from the bottom surface of the shell cover 30.

[0061]

The lower ends of the contacted rods 43, 43 and the top surfaces of the contacted claws 42, 42 are in a relationship in which they are positioned on one plane P, as shown in Fig. 8.

[0062]

Also, when the shell cover 30 is attached to the substrate 2 and 36, the lower ends of the contacted rods 43, 43 come into contact with the reference surface 44 as an upper-side exposed part of the top surface of the base plate 2, as shown in Figs. 2 and 3. In addition, when the shell cover 30 is attached to the substrate 2 and 36, the top surfaces of the contacted claws 42, 42 comes into contact with the bottom surface of the flange 50 of the printed circuit board 36, as shown in Figs. 2 and 3.

[0063]

The bottom surface of the printed circuit board 36 is in line with the top surface of the base plate 2, the bottom surface of the printed circuit board 36 and the top surface of the base plate 2 are positioned in one plane. Also, since the lower ends of the contacted rods 43, 43 and the top surfaces of the contacted claws 42, 42 are positioned in one plane. Accordingly, by contacting the lower ends of the contacted rods 43, 43 with the reference surface 44 and contacting the top surfaces of the contacted claws 42, 42 with the bottom surface of the flange 50, the shell cover 30 is positioned with accuracy along a vertical direction (that is, a direction apart from the

substrate 2 and 36) with respect to the substrate 2 and 36.

[0064]

In addition, the shell cover 30 is attached to the substrate 2 and 36 by screwing a screw 37 inserted from below through a screw insertion hole 40 provided in the substrate 2 and 36, into a screw hole formed downward.

[0065]

Also, the shell cover 30 has on the top surface a through-hole 31 for facing the object lens 20 upward.

[0066]

In the case of using a molding tool, the shell cover 30 can be formed on the assumption that the plane P is positioned on a parting line (parting portion), in such a manner that the lower ends of the contacted rods 43, 43 and the top surfaces of the contacted claws 42, 42 are accurately positioned on the same plane.

[0067]

Conceivable as a structure for attaching a covering member to a substrate as a flat plate member is, as shown in Fig. 27, the one in which a contacted rod 143 and a hook claw 141 are integrally provided on the side fringe of the covering member 130, the lower end of the contacted rod 143 is in contact with the vicinity of the side fringe of the top surface of the substrate 112, and the hook claw 141 is hooked on the side fringe of the substrate 112. A claw 142 is provided on the lower end of the hook claw 141 in such a manner as to be projected toward the contacted rod 143.

[0068]

In the case of attaching the covering member 130 to the substrate 112

under such a structure, when the cover member 130 is attached to the substrate 112, the hook claw 141 becomes elastically deformed outward beyond the outer periphery of the substrate 112. In this case, therefore, the covering member 130 needs to be formed from a material having elasticity that allows the elastic deformation of the hook claw 141.

[0069]

As such an elastic material, a synthetic resin such as ABS resin, for example, is not appropriate for forming the covering member to which the supported part is provided, because it causes heat distortion at low temperatures.

[0070]

The covering member is formed from PPS resin and zinc die-cast that are high in dimensional accuracy but have no elasticity, and thus cannot be attached to the substrate under the above-mentioned structure provided with the hook nail.

[0071]

In addition, conceivable as a structure for attaching the covering member 130 to the substrate 112 is, as shown in Fig. 28, the one in which a pair of upper and lower support pieces 144 and 145 are provided to the side fringe of the covering member 130 and the vicinity of the side fringe of the substrate 112 is sandwiched between the support pieces 144 and 145.

[0072]

Under such a structure, depending on the accuracy of thickness of the substrate 112 and the accuracies of positions and thicknesses of the support pieces 144 and 145, the substrate 112 is press-fitted or idly fitted

between the support pieces 144 and 145. Thus, this structure is not suitable for attaching the shell cover 30 to the substrate 2 and 36.

[0073]

In addition, the shell cover 30 has on one side an engagement groove 32 as a supported portion. The engagement groove 32 is formed as a portion between a pair of joint pieces 33 and 34 projected sideward from the one side of the shell cover 30. The other side of the shell cover 30 has a thrust sleeve 35 as a supported part. The thrust sleeve 35 is formed as a through-hole in the shape of a linear cylinder.

[0074]

In the optical disk reproducing apparatus, as shown in Fig. 1, a support shaft 104 of the optical disk reproducing apparatus is inserted into the thrust sleeve 35, and the support piece 103 of the optical disk reproducing apparatus is fitted into and engaged with the engagement groove 32, which allows the optical pickup apparatus to be supported in the prescribed position.

[0075]

Additionally, the printed circuit board 36 has a short land part 46 protruding outward beyond the side fringe of the base plate 2, as shown in Figs. 4, 18 and 19. On the short land part 46, one short land that is extended from the printed wiring pattern connected with a power supply terminal (positive terminal) of the semiconductor laser device 10 and the other short land 48 that is adjacent to the one short land 47 and is extended from the printed wiring pattern connected with an earth terminal (ground (GND) terminal) of the semiconductor laser device 10 are formed.

[0076]

These short lands 47 and 48 are mutually short-circuited by means of soldering or the like for transport and conveyance of the optical pickup apparatus alone. That is, under such conditions, the power supply terminal and the earth terminal of the semiconductor laser device 10 are short-circuited, which prevents the semiconductor laser device 10 from suffering electrostatic discharge damage.

[0077]

Additionally, in using the optical pickup apparatus, that is, in incorporating the optical pickup apparatus into the optical disk reproducing apparatus, the power supply terminal and the earth terminal of the semiconductor laser device 10 can be released from the short-circuited state by breaking off the short land 46 along the side fringe of the base plate 2, as shown in Fig. 20.

[0078]

Considering easiness of breaking off the shot land 46, a glass-epoxy printed circuit board is suitable for the printed circuit board 36. Its appropriate thickness is on the order of 0.2mm.

[0079]

Provided on the printed circuit board 36 is a connector 53 for retrieving the above mentioned signals (RF signal, FE signal and TE signal), supplying power to the semiconductor laser device 10 and sending a drive current to the object lens drive mechanism, as shown in Fig. 10 and Fig. 17.

[0080]

Additionally, in the optical pickup apparatus, the substrate 2 and 36

can be bent and displaced toward the principal surface (vertical direction) at its bending displacement portion (base plate bending position) between the place in which the semiconductor laser device 10 is arranged (that is, the place in which the laser coupler 3 is attached) and the place in which the object lens drive mechanism 6 is arranged, as shown in Fig. 10 and Fig. 11.

[0081]

In the optical pickup apparatus, the bending displacement of the substrate 2 and 36 makes it possible to adjust the inclination of the laser coupler 3 with respect to the object lens drive mechanism 6.

[0082]

More specifically, as shown in Fig. 10, assuming that the distance L between the bending displacement portion 52 and the side fringe on the side to which the laser coupler 3 is attached is 10mm to 11mm, if the bending displacement portion 52 is bent in such a manner that the side fringe is moved by 0.1nm upward or downward, as shown in Fig. 12,

$$\sin^{-1}(0.1/11) = 0.52^\circ$$

and it is thus understood that the laser coupler 3 can be adjusted in inclination within a range of $\pm 0.52^\circ$. At this time, the direction of bending the substrate 2 and 36 may be determined depending on the polarity (+ side or - side) of EF balance (the direction of a discrepancy between the neutral point of the focus error signal and jitter of the read signal in the best condition).

[0083]

Additionally, in the optical disk reproducing apparatus, the substrate 2 and 36 is positioned and held with reference to the side on which the object lens drive apparatus 6 is arranged, rather than the bending displacement

portion 52. That is, the substrate 2 and 36 is positioned with respect to the shell cover 30 from the side on which the object lens drive apparatus 6 is arranged, not from the bending displacement portion 52. Therefore, the displacement adjustment by bending the substrate 2 and 36 is made in such a state where the laser coupler 3 is inclined with respect to the reference surface of the optical disk reproducing apparatus.

[0084]

Preferably, the base plate 2 is formed from an iron plate. This is because aluminum (AL) might suffer breakage when being bent, zinc (Zn) cause creeps from a bending, and stainless steel (Sus) return from its bent state to former state due to springback and does not allow a high-precision adjustment.

[0085]

The following are examples of component accuracies and mounting accuracies in the optical pickup apparatus referring to Figs. 13 to 16.

[0086]

In the optical pickup apparatus, a target accuracy of the position of a principal luminous flux emitted from the object lens 20 is $\pm 0.3\text{mm}$ or less with reference to the position of the shell cover 30. Also, in the optical pickup apparatus, a target accuracy of the angle of inclination of the principal luminous flux is $\pm 0.5^\circ$ or less with reference to the position of the shell cover 30.

[0087]

In addition, a tolerance for a misalignment between the substrate 2 and 36 and the shell cover 30 is $\pm 0.05\text{mm}$ or less for the both sides along an X

axis (along the top surface of the substrate 2 and 36 and the recording track) and along a Y axis (along the top surface of the substrate 2 and 36 and orthogonal to the recording track). Moreover, a misalignment in height between the shell cover 30 and the substrate 2 and 36 shall be $\pm 0.05\text{mm}$ or less. Accordingly, as shown in Fig. 13, allowable deviations in the angle of inclination between the substrate 2 and 36 and the shell cover 30 are:

along the X axis,

$$\sin^{-1}(0.05/22) = 0.13^\circ \text{ and}$$

along the Y axis,

$$\sin^{-1}(0.05/15) = 0.19^\circ,$$

provided that a clearance between their reference surfaces 44 along the X axis is 22mm and a clearance between their reference surfaces 44 along the Y axis is 15mm.

[0088]

Allowable deviations in misalignment between the reference hole in the substrate 2 and 36 and the corresponding position of the object lens drive mechanism 6 are $\pm 0.05\text{mm}$ or less on the both sides along the X axis and the Y axis. In addition, an accuracy of flatness of the top surface of the substrate 2 and 36 is $\pm 0.02\text{mm}$ or less, as shown in Fig. 14. Assuming that the distance L between the optical axis of the object lens 20 and the semiconductor laser device 10 (laser coupler 3) is 10mm, the angles of inclination of the portion on which the semiconductor laser device 10 is attached are:

along the X axis,

$$\sin^{-1}(0.02/10) = 0.10^\circ \text{ and}$$

along the Y axis,

$$\sin^{-1} (0.02/10) = 0.10^\circ.$$

[0089]

Next, as for the accuracies of the positions of the reflecting mirror 4 and the reflecting prism 5, their deviations in position from the substrate 2 and 36 shall be ± 0.05 mm or less on the both sides along the X axis and the Y axis. A tolerance for a span between them is ± 0.1 mm or less. An accuracy of the angle of attachment of the reflecting mirror 4 to the substrate 2 and 36 is $\pm 0.2^\circ$ or less, and an accuracy of the degree of parallelization between the reflection mirror 4 and the reflection prism 5 is $\pm 0.1^\circ$ or less, as shown in Fig. 15.

[0090]

A deviation in the position of the laser coupler 3 from the substrate 2 and 36 shall be ± 0.05 mm or less on the both sides along the X axis and the Y axis. Also, a lift of the laser coupler 3 from the substrate 2 and 36 shall be ± 0.01 mm or less, as shown in Fig 16. Accordingly, the angles of inclination of the disk laser coupler 3 with respect to the substrate 2 and 36 are:

along the X axis,

$$\sin^{-1} (0.01/1.8) = 0.32^\circ \text{ and}$$

along the Y axis,

$$\sin^{-1} (0.01/3.4) = 0.17^\circ,$$

provided that the length of the laser coupler 3 is 1.8mm along the X axis and the length of the laser coupler 3 is 3.4mm along the Y axis.

[0091]

The inclination of the principal luminous flux along the X axis is

calculated as follows:

$$\sqrt{(0.32)^2+(0.2)^2+(0.1)^2+(0.1)^2+(0.13)^2}=0.42^\circ$$

Also, the inclination of the principal luminous flux along the Y axis is calculated as follows:

$$\sqrt{(0.17)^2+(0.2)^2+(0.1)^2+(0.1)^2+(0.19)^2}=0.35^\circ$$

In addition, a deviation in the position of the principal luminous flux along the X axis is calculated as follows:

$$\sqrt{(0.05)^2+(0.05)^2+(0.1)^2+(0.05)^2+(0.05)^2+(23 \times \sin 0.42^\circ)^2}=0.21\text{mm}$$

Moreover, a deviation in the position of the principal luminous flux along the Y axis is calculated as follows:

$$\sqrt{(0.05)^2+(0.05)^2+(0.05)^2+(0.05)^2+(23 \times \sin 0.35^\circ)^2}=0.17\text{mm}$$

From the calculation results, it can be said that the inclination of the principal luminous flux along the X axis (0.42°) is close to the target value of $\pm 0.5^\circ$ and the percentage of defects will increase for this item.

[0092]

In the optical pickup apparatus, the inclination of the principal luminous flux along the X axis can be corrected by making an adjustment to the bending displacement of the substrate 2 and 36, which allows the percentage of defects to be decreased.

[0106]

[Effects of the invention]

As stated above, an optical pickup apparatus related to the present invention is structured in such a manner that a light emitting device is firstly fixed and arranged on a substrate, an adjustment plate for movably supporting a lens bobbin with an object lens for concentrating a luminous flux emitted from the light emitting device onto an optical recording medium is arranged on the substrate, and the lens bobbin is positioned in the prescribed place with respect to the light emitting device by making an adjustment to the position of the adjustment plate with respect to the substrate.

[0107]

Also, the optical pickup apparatus is structured in such a manner that the yoke constituting a magnetic circuit for moving the lens bobbin is positioned with reference to the position of the lens bobbin and is arranged on the substrate.

[0108]

That is, the present invention makes it possible to provide an optical pickup apparatus in which, when an object lens supported by an object lens drive mechanism is adjusted and positioned in the prescribed place with respect to a light source, a position relationship between a coil bobbin and a yoke constituting the object lens drive unit is maintained in a good condition and the movable range (stroke) of the coil bobbin is sufficiently secured.

[0109]

In addition, the present invention makes it possible to provide an

**adjustment method for optical pickup apparatus by which the above
described optical pickup apparatus can be manufactured.**

[Fig. 2]

- (1) Countersunk screw

[Fig. 3]

- (1) Glass epoxy
- (2) Shell cover
- (3) Iron plate

[Fig. 4]

- (1) Reference surface (0.25 inside the substrate)
- (2) Measurement surface (0.25 inside the substrate)
- (3) Reference surface
- (4) Measurement surface (0.3 inside the substrate)

[Fig. 5]

- (1) Steel plate holes
- (2) Glass epoxy holes

[Fig. 10]

- (1) Shell cover retaining position
- (2) Direction of track
- (3) Base plate bending position

[Fig. 11]

(1) Base plate

When protruding end is bent by 0.1m/m, $\text{ASIN}(0.1/11) = 0.52^\circ$ with $L = 10$ to 11 and adjustment range is reached again.

[Fig. 12]

(1) Bending direction is downward if EF balance becomes on positive side and is upward if EF balance becomes on negative side

[Fig. 13]

(1) Angle along X $\text{ASIN}(0.05/22) = 0.13^\circ$

Angle along Y $\text{ASIN}(0.05/15) = 0.19^\circ$

(2) Shell cover retaining position

[Fig. 14]

(1) Angle along X $\text{ASIN}(0.02/10) = 0.10^\circ$

Angle along Y $\text{ASIN}(0.02/10) = 0.10^\circ$

(2) Flatness 0.02

[Fig. 15]

(1) Degree of parallelization 0.1°

(2) Mirror assy

[Fig. 16]

(1) Angle along X ASIN (0.01/1.8) = 0.32°

Angle along Y ASIN (0.01/3.4) = 0.17°

[Fig. 19]

(1) Glass epoxy substrate 0.2t

(2) Iron plate

[Fig. 20]

(1) Bending and breaking off

[Fig. 22]

(1) Tightening with screws after alignment

(2) Long hole

(3) Movable yoke

(4) Dowel

(5) Adjustment plate

(6) Hole

[Fig. 23]

(1) Magnet

(2) Yoke

(3) Adjustment plate

(4) Soldering

(5) Base plate

[Fig. 24]

- (1) Lens
- (2) Yoke
- (3) Magnet
- (4) Coil bobbin
- (5) Leaf spring
- (6) Adjustment plate
- (7) Moving along two axes narrows a clearance from yoke

[Fig. 25]

- (1) Lens/bobbin is inclined
- (2) Adjustment plate

[Fig. 26]

- (1) Yoke
- (2) Stroke
- (3) Bobbin
- (4) Stopper

引用文献

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-231592

(43)公開日 平成9年(1997)9月5日

(51)Int.Cl.⁶

G 11 B 7/09
7/08

識別記号

序内整理番号

F I

G 11 B 7/09
7/08

技術表示箇所

D
A

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全14頁)

(21)出願番号 特願平8-34096

(22)出願日 平成8年(1996)2月21日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 飯塚 源一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

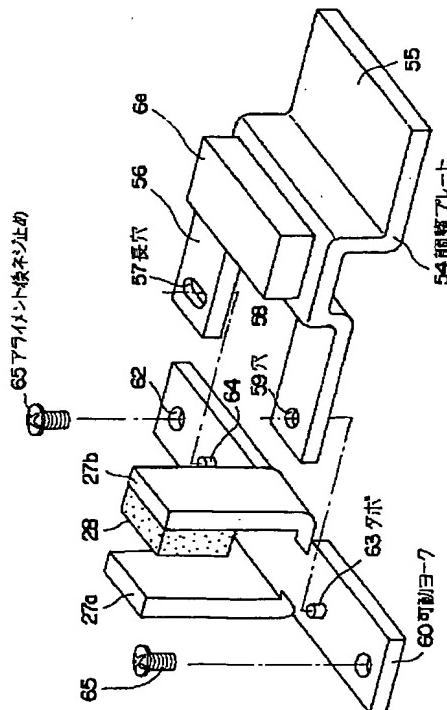
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】光学ピックアップ装置及び光学ピックアップ装置の調整方法

(57)【要約】

【課題】 基板上に光源や対物レンズ駆動機構等の光学部品を配置して構成する光学ピックアップ装置において、容易な作業により、光源、レンズボビン（コイルボビン）及びヨーク27a, 27b間の位置関係の調整が行えるようにする。

【解決手段】 ヨーク27a, 27bを基板の上面に沿う2次元方向に移動可能としておき、基板上において3次元方向に調整される調整プレート54に対して、穴57, 59及びダボ63, 64を介して連係させておく。調整プレート54には、可撓性の板バネを介して、レンズボビン（コイルボビン）が取付けられる。レンズボビンは、ヨーク27a, 27bとの位置関係を維持したまま、光源に対する適切な位置に調整される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板部と、
発光素子及びこの発光素子より発せられた光束を光学記録媒体上に集光させる対物レンズを有して構成された光学部と、
上記対物レンズを移動操作可能に支持するレンズボビンとこのレンズボビンを移動操作する磁気回路部とを有して構成され、上記基板部上に配設された対物レンズ駆動機構とを備え、
上記磁気回路部を構成するヨークは、上記基板部上に配設され、この基板部の上面部に沿う2次元方向に移動可能となされ、この基板部上における位置調整を行うための被結合部を有している光学ピックアップ装置。

【請求項2】 発光素子は、基板部に対して固定して配設されていることとなされた請求項1記載の光学ピックアップ装置。

【請求項3】 ヨークは、基板部の上面部上における位置を、発光素子を基準として位置調整されたレンズボビンの位置を基準として定められている請求項1記載の光学ピックアップ装置。

【請求項4】 ヨークは、レンズボビンを支持する調整プレートに対して被連結部において連結されていることとなされた請求項3記載の光学ピックアップ装置。

【請求項5】 基板部に対して発光素子を固定して配設し、
上記発光素子より発せられた光束を光学記録媒体上に集光させる対物レンズが取付けられたレンズボビンを移動操作可能に支持する調整プレートを上記基板部上に配設し、この調整プレートの該基板部に対する位置を調整することにより、該レンズボビンの位置を上記発光素子に対する所定位置とし、
上記レンズボビンを移動操作する磁気回路部を構成するヨークを、上記レンズボビンの位置を基準として位置決めして上記基板部上に配設する光学ピックアップ装置の調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクの如き光学記録媒体に対して情報信号の記録再生を行う光学ピックアップ装置に関する技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、光ディスクの如き光学記録媒体が提案され、この光ディスクより情報信号の読み取りを行う光学ピックアップ装置が提案されている。

【0003】この光学ピックアップ装置は、半導体レーザ素子の如き光源と、この光源より発せられる光束を導く複数の光学部品とを有して構成されている。この光源より発せられた光束は、対物レンズにより、上記光ディスクの信号記録層上に集光される。

【0004】そして、上記信号記録層上に集光された光

束は、この信号記録層により反射され、上記対物レンズに戻る。上記対物レンズに戻った光束は、ビームスプリッタにより、上記光源に戻る光路より分割され、フォトダイオードの如き光検出器により受光される。この光検出器より出力される光検出出力は、上記光ディスクに記録された情報信号の読み取り信号となる。

【0005】このような光学ピックアップ装置を有して構成される光ディスク再生装置においては、上記光ディスクが中心部分を保持されて回転操作されるとともに、該光学ピックアップ装置が上記対物レンズを該光ディスクの主面部に対向させた状態に支持される。この光学ピックアップ装置は、上記光ディスクの内外周に亘って移動操作されることにより、この光ディスクの信号記録層の全面に亘って、情報信号の読み取りを行うことができる。

【0006】このような光学ピックアップ装置として、1枚の基板部上に上記半導体レーザ素子、上記光検出器、上記ビームスプリッタ及び対物レンズ駆動機構（アクチュエータ）を配設し、これら素子及び光学部品を該基板部に取付けられるカバー部材（シェルカバー）によって覆って構成したものが提案されている。

【0007】この光学ピックアップ装置においては、上記半導体レーザ素子より発せられた光束は、上記ビームスプリッタを介して、上記対物レンズ駆動機構により支持された対物レンズに入射されて、上記光ディスクの信号記録層上に集光される。そして、この光束は、上記信号記録層により反射され、上記対物レンズ及び上記ビームスプリッタを介して、上記光検出器により受光される。

【0008】上記対物レンズ駆動機構は、上記対物レンズを支持するとともに、この対物レンズを、この対物レンズの光軸方向及びこの光軸方向に直交する方向に移動操作する機構である。この対物レンズ駆動機構は、上記光ディスクに記録された情報信号の読み取り信号に応じて上記対物レンズを移動操作することによって、この対物レンズを該光ディスクの回転に伴う偏心やいわゆる面振れに追従させて移動させ、この対物レンズにより形成される上記光束の集光点が、常に、該光ディスクの信号記録層の表面部の記録トラック上に形成されるようにする。

【0009】このような光学ピックアップ装置においては、上記半導体レーザ素子を、上記基板部上の所定の位置に正確に位置決めして取付ける必要がある。

【0010】そして、このような光学ピックアップ装置においては、上記カバー部材に、上記光ディスク再生装置において支持される被支持部が設けられている。したがって、上記カバー部材は、上記基板部に対して、正確に位置決めされて取付けられる必要がある。また、このカバー部材は、外方側より伝播する振動や衝撃により上記基板部に対して移動しないように、すなわち、この基

板部に対していわゆるガタのない状態に取付けられる必要がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような光学ピックアップ装置においては、上記対物レンズ駆動機構は、上記基板部上において、上記半導体レーザ素子の位置を基準として正確に位置決めして取付ける必要がある。

【0012】上記対物レンズ駆動機構は、図24に示すように、上記基板部112上を移動調整可能に配設された調整プレート154と、この調整プレート154に対して支持ブロック106e及び複数の板バネ124を介して支持された略々環状のコイルボビン126とを有して構成されている。このコイルボビン126には、駆動コイル（フォーカスコイル及びトラッキングコイル）が巻回されている。また、このコイルボビン126には、対物レンズ120が取付けられている。

【0013】そして、この対物レンズ駆動機構は、互いに基端側同士を連設されて略々馬蹄形をなす一対のヨーク127a, 127bを有している。これらヨーク127a, 127bの一方には、マグネット128が取付けられている。これらヨーク127a, 127bは、先端側を上記コイルボビン126内に進入させている。これらヨーク127a, 127bの先端側と上記コイルボビン126の内面部との間には、所定の空隙部が形成されている。

【0014】この光学ピックアップ装置においては、まず、上記半導体レーザ素子を、上記基板部上に位置決めして取付ける。

【0015】次に、上記基板部上に上記対物レンズを支持している対物レンズ駆動機構を載置し、この光学ピックアップ装置を上記光ディスクより情報信号を読み取る状態として、上記光検出器より出力される光検出出力に基づき、RF出力値、ジッタ値、EFバランス等を検出する。そして、RF出力値、ジッタ値、EFバランス等が最良の状態となるように、すなわち、上記対物レンズ120が上記半導体レーザ素子に対して最良の位置となるように、上記対物レンズ駆動機構の上記基板部に対する位置を調整して、この基板部に対して固定する。

【0016】ここで、図24に示すように、上記各ヨーク127a, 127bが上記基板部112上に固定して取付けられている場合においては、図24中矢印A及び矢印Bで示す該基板部112上の2次元方向、または、矢印C及び矢印Dで示す該基板部112上での傾き方向に上記コイルボビン126の位置を調整することにより、該各ヨーク127a, 127bと該コイルボビン126の内壁部との間の間隔が狭くなってしまう。上記各ヨーク127a, 127bと上記コイルボビン126の内壁部との間の間隔が狭くなると、このコイルボビン126の上記基板部112に対する移動可能範囲が狭めら

れてしまい、光学ピックアップ装置の正常な動作が阻害される虞れがある。

【0017】また、図25に示すように、上記調整プレート154と上記各ヨーク127a, 127bとを一体化し、この調整プレート154の位置調整に同期して、該各ヨーク127a, 127bも上記基板部112上を移動させることが考えられる。

【0018】ところが、上記コイルボビン126は、上記板バネ124の捻れ等により、上記調整プレート154に対して傾いて支持されている場合がある。このように、上記コイルボビン126が上記調整プレート154に対して傾いていると、この調整プレート154に対して一體的に形成された上記各ヨーク127a, 127bと該コイルボビン126の内壁部との間の間隔は、狭くなる。

【0019】また、上記コイルボビン126が上記基板部112に対して傾いていると、図26に示すように、このコイルボビン126の、下方側、すなわち、上記基板部112側への移動可能ストロークが減少してしまう。上記コイルボビン126の下方側への移動可能ストロークは、このコイルボビン126の上記基板部112への当接により規制されているからである。

【0020】そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、対物レンズ駆動機構により支持される対物レンズを光源に対して所定の位置に調整したときに、この対物レンズ駆動装置を構成するコイルボビンとヨークとの位置関係が良好な状態に維持され、また、該コイルボビンの移動可能範囲（ストローク）が充分に確保されるようになされた光学ピックアップ装置の提供という課題を解決しようとするものである。

【0021】また、本発明は、上述のような光学ピックアップ装置を製造することができる光学ピックアップ装置の調整方法の提供という課題を解決しようとするものである。

【0022】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、本発明に係る光学ピックアップ装置は、基板部と、発光素子及びこの発光素子より発せられた光束を光学記録媒体上に集光させる対物レンズを有して構成された光学部と、該対物レンズを移動操作可能に支持するレンズボビンとこのレンズボビンを移動操作する磁気回路部とを有して構成され該基板部上に配設された対物レンズ駆動機構とを備え、上記磁気回路部を構成するヨークは、上記基板部上に配設され、この基板部の上面部に沿う2次元方向に移動可能となされ、この基板部上における位置調整を行うための被結合部を有していることとしたものである。

【0023】また、本発明は、上記光学ピックアップ装置において、上記発光素子は、上記基板部に対して固定して配設されていることとしたものである。

【0024】さらに、本発明は、上記光学ピックアップ装置において、上記ヨークは、上記基板部の上面部における位置を、上記発光素子を基準として位置調整されたレンズボビンの位置を基準として定められていることとしたものである。

【0025】そして、本発明は、上記光学ピックアップ装置において、上記ヨークは、上記レンズボビンを支持する調整プレートに対して被連結部において連結されていることとしたものである。

【0026】そして、本発明に係る光学ピックアップ装置の調整方法は、基板部に対して発光素子を固定して配設し、この発光素子より発せられた光束を光学記録媒体上に集光させる対物レンズが取付けられたレンズボビンを移動操作可能に支持する調整プレートを該基板部上に配設しこの調整プレートの該基板部に対する位置を調整することにより該レンズボビンの位置を該発光素子に対する所定位置とし、該レンズボビンを移動操作する磁気回路部を構成するヨークを該レンズボビンの位置を基準として位置決めして該基板部上に配設するものである。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0028】本発明に係る光学ピックアップ装置は、図1に示すように、光学記録媒体である光ディスク101の信号記録層102の表面部上に光束を集光させて照射し、この光束に反射光束に基づいて、該光ディスク101に記録された情報信号の読み取りを行う装置である。

【0029】この光学ピックアップ装置を有して構成される光ディスク再生装置においては、上記光ディスク101が中心部分を保持されて回転操作されるとともに、該光学ピックアップ装置が上記光束を集光させる対物レンズ20を該光ディスク101の主面部に対向させた状態に支持される。そして、この光学ピックアップ装置は、上記光ディスク101の内外周に亘って移動操作されることにより、この光ディスク101の信号記録層の全面に亘って、情報信号の読み取りを行うことができる。

【0030】この光学ピックアップ装置は、1枚の基板部2、36上に、半導体レーザ素子、光検出器、ビームスプリッタ及び上記対物レンズ20を支持する対物レンズ駆動機構6を配設し、これら素子及び光学部品を該基板部2、36に取付けられるカバー部材であるシェルカバー30によって覆って構成したものである。

【0031】上記基板部2、36は、第1の基板部であるベース基板2と、このベース基板2の上面部に取付けられた第2の基板部となるプリント基板36とにより構成されている。

【0032】上記ベース基板2は、鉄板により形成されている。また、上記プリント基板36は、種々の絶縁材料よりなる基材部と、この基材部の主面部上に所定の形

状を有して形成された銅箔からなるプリント配線パターンと、この配線パターンを覆うレジスト膜とを有して構成されている。

【0033】上記プリント基板36は、図2乃至図5に示すように、上記ベース基板2の上面部の一部を上方側に露出させた状態でこのベース基板2の上面部に該ベース基板2に沿って取付けられている。このベース基板2の上方側への露出部は、基準面44となる。

【0034】また、上記プリント基板36は、上記ベース基板2の上面部の縁部より外方側に食み出した鈸部分50を有している。この鈸部分50は、図2及び図3に示すように、上記ベース基板2に設けられた欠損部38、39上を上記プリント基板36が覆うことにより形成されている。

【0035】なお、上記基準面44と上記鈸部分50とは、図5に示すように、隣接させて設けててもよい（なお、図5中において括弧を付した数字は、寸法の例を示したものであり、単位はmmである）。

【0036】上記プリント基板36上には、光学部が配設されている。この光学部は、上記プリント基板36上に固定して配設された発光素子となる半導体レーザ素子10と、受光素子となる第1及び第2の光検出器（フォトダイオード）14a、14bと、該半導体レーザ素子10より発せられたレーザ光束を上記光ディスク101の信号記録層102の表面部上に集光させる光学部品となる対物レンズ20とを有して構成されている。

【0037】上記半導体レーザチップ10及び上記各光検出器14a、14bは、図9に示すように、同一の半導体基材部13上に配設されることにより、レーザカプラ（L/C）3を構成している。すなわち、上記半導体基材部13上には、ヒートシンク11を介して、上記半導体レーザ素子10が配設されている。また、上記第1及び第2の光検出器14a、14bは、それぞれ複数の受光面に分割された状態で、上記半導体基材部13上に形成されている。

【0038】そして、このレーザカプラ3においては、上記各光検出器14a、14b上に位置して、ビームスプリッタプリズム12が配設されている。このビームスプリッタプリズム12は、上記半導体基材部13の上面部に対して所定の傾斜角を有する斜面部であるビームスプリッタ面12Rを、上記半導体レーザ素子10側に向けている。

【0039】上記レーザカプラ3は、上記プリント基板36上に、上記半導体基材部13の上面部を該プリント基板36の上面部に対して平行として、接着によって固定される。

【0040】このレーザカプラ3において、上記半導体レーザ素子10は、上記ビームスプリッタ面12Rに向けてレーザ光束を発する。この半導体レーザ素子10より発せられたレーザ光束は、上記ビームスプリッタ面1

2Rにより反射され、上記半導体基材部13に対する垂直上方に射出される。

【0041】上記レーザカプラ3より射出されたレーザ光束は、このレーザカプラ3の上方側を覆うようして上記プリント基板36上に配設された反射ミラー4により反射されて、このプリント基板36の上面部に平行な方向に偏航される。そして、このレーザ光束は、上記プリント基板36上に上記対物レンズ20の下方に位置して配設された反射プリズム5により反射され、該プリント基板36の上面部に対する垂直上方側に偏航される。上記対物レンズ20は、後述する対物レンズ駆動機構6により、上記プリント基板36の上方側にこのプリント基板36より離間して支持されている。

【0042】上記反射プリズム5を介して上記対物レンズ20に入射したレーザ光束は、この対物レンズ20により、上記光ディスク101の信号記録層102の表面部上に集光される。

【0043】そして、上記信号記録層102の表面部上に集光されたレーザ光束は、この信号記録層102により反射され、上記対物レンズ20に戻る。上記対物レンズ20に戻った反射光束は、上記反射プリズム5及び上記反射ミラー4を介して、上記ビームスプリッタ面12Rに戻る。

【0044】上記ビームスプリッタ面12Rに戻った反射光束は、このビームスプリッタ面12Rを透過して上記ビームスプリッタプリズム12内に入射することにより、上記半導体レーザ素子10に戻る光路より分割され、上記第1の光検出器14aにより受光される。また、この反射光束は、上記第1の光検出器14aの表面部及び上記ビームスプリッタプリズム12の内面部により反射されて、上記第2の光検出器14bにも受光される。

【0045】上記各光検出器14a, 14bより出力される光検出出力に基づいて、上記光ディスク101に記録された情報信号の読み取り信号(RF信号)、上記対物レンズ20による上記光束の集光点と上記信号記録層102の表面部との光軸方向のずれ(フォーカスエラー)を示すフォーカスエラー信号(FE信号)、及び、該集光点と該信号記録層102の表面部に形成された記録トラックとの光軸及び該記録トラックに直交する方向のずれ(トラッキングエラー)を示すトラッキングエラー信号(TE信号)が算出される。

【0046】すなわち、上記読み取り信号(RF信号)は、上記各光検出器14a, 14bの各光検出出力の和として得られる。また、上記フォーカスエラー信号(FE信号)は、上記各光検出器14a, 14bの各光検出出力の差として得られる。

【0047】さらに、上記トラッキングエラー信号(TE信号)は、上記第1の光検出器14aの一側側の受光面からの光検出出力(A)及び上記第2の光検出器14

aの他側側の受光面からの光検出出力(D)の和と、該第1の光検出器14aの他側側の受光面からの光検出出力(B)及び該第2の光検出器14aの一側側の受光面からの光検出出力(C)の和との差((A+D)-(B+C))として得られる。

【0048】なお、上記各光検出器14a, 14bにおいて、一側側の受光面と他側側の受光面との分割線は、図10に示すように、上記光ディスク101における記録トラックの接線方向Tに対して、45°の角度をなすようになされている。上記記録トラックは、上記信号記録層102の表面部上において、上記光ディスク101の中心部を中心とする略々同心円状をなす螺旋状に形成されている。

【0049】そして、上記プリント基板36上には、上記対物レンズ駆動機構6が配設されている。この対物レンズ駆動機構6は、図21に示すように、上記対物レンズ20を移動操作可能に支持するレンズボビン21とのレンズボビン21を移動操作する磁気回路部とを有して構成されている。

【0050】この対物レンズ駆動機構6は、上記対物レンズ20を支持するとともに、この対物レンズ20を、この対物レンズ20の光軸方向及びこの光軸方向に直交する方向に移動操作する機構である。

【0051】この対物レンズ駆動機構6は、上記フォーカスエラー信号及びトラッキングエラー信号に応じて上記対物レンズ20を移動操作することによって、この対物レンズ20を該光ディスク101の回転に伴う偏心やいわゆる面振れに追従させて移動させ、この対物レンズ101により形成される上記光束の集光点が、常に、上記記録トラック上に形成されるようにする。

【0052】この対物レンズ駆動機構6は、上記プリント基板36において移動調整後にこのプリント基板36に対して固定される調整プレート54を有して構成されている。この調整プレート54上には、支持ブロック6eが固定して配設されている。この支持ブロック6eは、4本の板バネ22, 23, 24, 25を介して、上記レンズボビン21を支持している。このレンズボビン21には、上記対物レンズ20が取付けられている。このレンズボビン21は、上記各板バネ22, 23, 24, 25の弾性変位により、上下及び左右方向の2軸方向に移動可能となされている。

【0053】また、上記レンズボビン21には、上記磁気回路部を構成するコイルボビン26が取付けられている。このコイルボビン26には、フォーカスコイル26aが外周面部に巻回されるとともに、略々円環状に巻回された一对のトラッキングコイル26bが取付けられている。

【0054】そして、上記プリント基板36上には、上記調整プレート54に連動して移動調整される可動ヨーク60が配設されている。この可動ヨーク60は、図2

1乃至図23に示すように、被結合部となる一対の係合突起(ダボ)63, 64を有しており、これら係合突起63, 64を上記調整プレート54の前端側のアーム部56, 58に設けられた穴59及び長穴57に嵌入係合させることにより、該調整プレート54の移動調整に連動して移動調整される。この可動ヨーク60は、上記プリント基板60の上面部に沿う2次元方向に移動調整される。

【0055】この可動ヨーク60は、上方側に突設された一対のヨーク27a, 27bを有している。これらヨーク27a, 27bの一方には、マグネット28が取付けられている。これらマグネット28及び各ヨーク27a, 27bは、上記可動ヨーク60を介して、磁気回路を形成している。この磁気回路においては、上記マグネット28と他方のヨーク27aとの間が、磁気ギャップ部となっている。

【0056】上記コイルボビン26は、上記レンズボビン21に取付けられることにより、上記フォーカスコイル26aの一部及び上記各トラッキングコイル26bの一部を上記磁気回路の磁気ギャップ内に位置させてい

る。
【0057】すなわち、上記フォーカスコイル26aに上記フォーカスエラー信号に応じた駆動電流が供給されることにより、このフォーカスコイル26aは、上記磁気ギャップ部内の磁束により電磁力を受け、上記レンズボビン21を上記対物レンズ20の光軸方向(上下方向)に移動させる。また、上記トラッキングコイル26bに上記トラッキングエラー信号に応じた駆動電流が供給されることにより、このトラッキングコイル26bは、上記磁気ギャップ部内の磁束により電磁力を受け、上記レンズボビン21を上記対物レンズ20の光軸に直交する方向(左右方向)に移動させる。

【0058】そして、この光学ピックアップ装置においては、上記基板部2, 36に対して、上記シェルカバー30が取付けられている。

【0059】このシェルカバー30は、図6乃至図8に示すように、上記基板部2, 36上に取付けられることにより上記光学部を覆うことができる形状を有して、PPS樹脂や亜鉛ダイカストの如き寸法精度及び剛性の高い材料により、例えば射出成形の如き手段により形成されている。

【0060】このシェルカバー30は、上記基板部2, 36に対向する下面部分に、下方側に向けて突設された第1の当接部である複数の当接杆43, 43を有している。また、このシェルカバー30は、側方側部分に、第2の当接部である一対の当接爪42, 42を有している。これら当接爪42, 42は、上記シェルカバー30の下面部より下方側に向けて突設された支持杆41, 41の下端側に、側方にに向けて突設されている。

【0061】上記各当接杆43, 43の下端部と上記各

当接爪42, 42の上面部とは、図8に示すように、互いに同一平面P上に位置する関係となっている。

【0062】そして、このシェルカバー30が上記基板部2, 36に取付けられるとき、上記当接杆43, 43の下端部は、図2及び図3に示すように、上記ベース基板2の上面部の上方側への露出部分である上記基準面44に当接される。また、このシェルカバー30が上記基板部2, 36に取付けられるとき、上記各当接爪42, 42の上面部は、図2及び図3に示すように、上記プリント基板36の鈍部分50の下面部に当接される。

【0063】上記プリント基板36の下面部は上記ベース基板2の上面部に沿っているため、これらプリント基板36の下面部及びベース基板2の上面部は、同一平面上に位置している。そして、上記各当接杆43, 43の下端部及び上記各当接爪42, 42の上面部は互いに同一平面上に位置しているので、該各当接杆43, 43の下端部が上記基準面44に当接され該各当接爪42, 42の上面部が上記鈍部分50の下面部に当接されることにより、上記シェルカバー30は、上記基板部2, 36に対して、上下方向(すなわち、この基板部2, 36に対する接離方向)について、正確に位置決めされる。

【0064】そして、上記シェルカバー30は、図2に示すように、上記基板部2, 36に形成されたネジ挿通孔40に下方側より挿通されたネジ37を、下方側に向けて形成されたネジ穴に螺入されることにより、該基板部2, 36に対して取付けられる。

【0065】そして、上記シェルカバー30は、上面部に、上記対物レンズ20を上方側に臨ませるための透孔31を有している。

【0066】上記シェルカバー30は、成形型を用いた成形により形成する場合において、上記平面Pをパーティングライン(型割部)上に位置する平面であることとして形成することにより、上記各当接杆43, 43の下端部及び上記各当接爪42, 42の上面部を正確に同一平面上に位置させて形成することができる。

【0067】なお、平板状の部材である基板部にカバーパート材を取付けるための構成として、図27に示すように、該カバーパート材130の側縁部分に当接杆143及び引っ掛け爪141を一体的に設け、該基板部112の上面部の側縁部近傍に該当接杆143の下端部を当接させるとともに、該引っ掛け爪141を該基板部112の側縁部に引っ掛けるものが考えられる。上記引っ掛け爪141の下端側には、上記当接杆143に向けて爪部142を突設しておく。

【0068】このような構成により上記カバーパート材130を上記基板部112に取付ける場合には、上記引っ掛け爪141は、該カバーパート材130が該基板部112に取付けられるときに、該基板部112の外周縁よりも外側に弾性変形される。したがって、この場合には、上記カバーパート材130は、上記引っ掛け爪141の弾性変形

が可能となる程度の弾性を有する材料により形成されている必要がある。

【0069】このような弾性を有する材料、例えば、A B S樹脂の如き合成樹脂材料は、寸法精度が低く、また、熱変形を起こす温度が低いため、上記被支持部が設けられるカバー部材を形成する材料として不適切である。

【0070】上記カバー部材は、寸法精度が高いが弾性を有しないP P S樹脂や亜鉛ダイカストにより形成されているので、上述の如き引っ掛け爪を設ける構成により上記基板部に取付けることはできない。

【0071】また、上記基板部112にカバー部材130を取付けるための構成としては、図28に示すように、該カバー部材130の側縁部分に上下一対の支持片144, 145を設け、該基板部112の側縁部近傍を該各支持片144, 145間に挟むようにしたものが考えられる。

【0072】このような構成においては、上記基板部112の厚さの精度と上記各支持片144, 145の位置及び厚さの精度とに依り、これら基板部112と各支持片144, 145との間は、圧入になるか、または、遊嵌(ガタ)になるかのいずれかであり、上記シェルカバー30を上記基板部2, 36に取付ける構成として不適当である。

【0073】そして、上記シェルカバー30は、一側側部分に被支持部である係合溝32を有している。この係合溝32は、上記シェルカバー30の一側部より側方側に向けて一対の結合片33, 34が突設されることにより、これら結合片33, 34の間の部分として形成されている。また、このシェルカバー30の他側側部分には、被支持部であるスラストスリーブ部35が形成されている。このスラストスリーブ部35は、直線円柱状の透孔として形成されている。

【0074】上記光ディスク再生装置においては、図1に示すように、上記スラストスリーブ部35に該光ディスク再生装置の支持シャフト104が挿通され、上記係合溝32に該光ディスク再生装置の支持片部103が嵌入係合することにより、この光学ピックアップ装置は、所定の位置に支持される。

【0075】そして、上記プリント基板36は、図4、図18及び図19に示すように、上記ベース基板2の側縁部よりも外方側に突出したショートランド部46を有している。このショートランド部46上には、上記半導体レーザ素子10の電源供給端子(+端子)が接続されたプリント配線パターンに連続する一方のショートランド47と、この一方のショートランド47に近接して、該半導体レーザ素子10の接地端子(グランド(GND)端子)が接続されたプリント配線パターンに連続する他方のショートランド48とが形成されている。

【0076】これら各ショートランド47, 48は、こ

の光学ピックアップ装置の単体での輸送、搬送中において、半田付け等により、互いに短絡(ショート)される。すなわち、この状態では、上記半導体レーザ素子10の電源供給端子と接地端子とが短絡された状態となっており、この半導体レーザ素子10の静電破壊が防止される。

【0077】そして、この光学ピックアップ装置を使用するとき、すなわち、この光学ピックアップ装置を上記光ディスク再生装置に組み込むときには、図20に示すように、上記ショートランド部46を上記ベース基板2の側縁部に沿って折り取ることにより、上記半導体レーザ素子10の電源供給端子と接地端子との短絡を解除することができる。

【0078】上記プリント基板36は、上記ショートランド部46の折り取りのし易さを考えると、ガラスエポキシプリント基板が適しており、厚さは0.2mm程度が適当である。

【0079】なお、上記プリント基板36上には、図10及び図17に示すように、上記各信号(RF信号、FE信号、TE信号)の取り出し、上記半導体レーザ素子10への電源供給、及び、上記対物レンズ駆動機構への駆動電流の供給のためのコネクタ53が設けられている。

【0080】そして、この光学ピックアップ装置においては、上記基板部2, 36は、図10及び図11に示すように、上記半導体レーザ素子10が配設された位置(すなわち、上記レーザカプラ3が取付けられた位置)と上記対物レンズ駆動機構6が配設された位置との間に位置する屈曲変位部(ベース基板曲げ位置)52において、主面部方向(上下方向)への屈曲変位が可能となされている。

【0081】この光学ピックアップ装置においては、このような上記基板部2, 36の屈曲変位によって、上記レーザカプラ3の上記対物レンズ駆動機構6に対する傾きの調整が可能となされている。

【0082】すなわち、図10に示すように、上記屈曲変位部52と上記レーザカプラ3が取付けられた側の側縁部までの距離Lが10mm乃至11mmであるとともに、図12に示すように、この側縁部を上方側、または、下方側に0.1mm移動するだけ該屈曲変位部52を屈曲させると、
 $\sin^{-1}(0.1/11) = 0.52^\circ$

より、該レーザカプラ3を±0.52°に亘って傾き調整することができることがわかる。このとき、上記基板部2, 36を屈曲させる方向は、EFバランス(上記フォーカスエラー信号の中立点と上記読み取り信号におけるジッタの最良状態とのずれの方向)の極性(+側、-側)に応じて定めておくことができる。

【0083】そして、上記基板部2, 36は、上記光ディスク再生装置においては、上記屈曲変位部52よりも

13

上記対物レンズ駆動装置6が配設された側の部分を基準として、位置決め保持される。すなわち、この基板部2, 36は、上記屈曲変位部52よりも上記対物レンズ駆動装置6が配設された側の部分において、上記シェルカバー30に対して位置決めされる。したがって、上記基板部2, 36を屈曲させることによる調整は、上記光ディスク再生装置の基準面に対して上記レーザカプラ3が傾けられる状態で行われる。

【0084】なお、上記ベース基板2は、鉄板により形成されることが好ましい。アルミニウム(AL)では屈曲させることにより折れる虞れがあり、亜鉛(Zn)では屈曲させることによりクリープを生ずる虞れがあり、また、ステンレス(Sus)では屈曲させてもスプリングバックにより戻ってしまい高精度の調整ができないためである。

【0085】なお、この光学ピックアップ装置における部品精度及びマウント精度の例を、図13乃至図16により、以下に挙げる。

【0086】この光学ピックアップ装置においては、上記対物レンズ20より射出される主光線の位置は、上記シェルカバー30の位置を基準として、±0.3mm以内を目標としている。また、この光学ピックアップ装置においては、上記主光線の倒れは、上記シェルカバー30の位置を基準として、±0.5°以内を目標としている。

【0087】そして、上記基板部2, 36と上記シェルカバー30との位置ずれは、X軸方向(該基板部2, 36の上面部及び上記記録トラックに沿う方向)及びY方向(該基板部2, 36の上面部に沿い上記記録トラックに直交する方向)について、それぞれ±0.05mm以内である。また、このシェルカバー30の上記基板部2, 36に対する高さ方向のずれは、±0.05mm以内である。したがって、上記基板部2, 36と上記シェルカバー30との傾きの誤差は、図13に示すように、X方向について、

$$\sin^{-1}(0.05/22) = 0.13^\circ$$

Y方向について、

$$\sin^{-1}(0.05/15) = 0.19^\circ$$

となる。ただし、X方向についての上記基準面44同士*

$$\sqrt{((0.32)^2 + (0.2)^2 + (0.1)^2 + (0.1)^2 + (0.13)^2)} = 0.42^\circ$$

また、上記主光線のY方向についての倒れを計算する

$$\sqrt{((0.17)^2 + (0.2)^2 + (0.1)^2 + (0.1)^2 + (0.19)^2)} = 0.35^\circ$$

そして、上記主光線のX方向についての位置ずれを計算

$$\sqrt{((0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.1)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (2.3 \times \sin 0.42^\circ)^2)} = 0.21\text{mm}$$

次に、上記主光線のY方向についての位置ずれを計算す

$$\sqrt{((0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (2.3 \times \sin 0.35^\circ)^2)} = 0.17\text{mm}$$

14

*の間隔が22mmで、Y方向についての上記基準面44同士の間隔が15mmである場合においてである。

【0088】そして、上記基板部2, 36における上記対物レンズ駆動機構6の位置の基準となる基準穴の位置ずれの精度は、X方向、Y方向ともに、±0.05mm以内である。また、上記基板部2, 36の上面部の平面度は、図14に示すように、±0.02mm以内である。上記対物レンズ20の光軸と上記半導体レーザ素子10(上記レーザカプラ3)との距離Lを10mmとすると、この半導体レーザ素子10が取付けられる部分の傾きは、X方向について、

$$\sin^{-1}(0.02/10) = 0.10^\circ$$

Y方向について、

$$\sin^{-1}(0.02/10) = 0.10^\circ$$

となる。

【0089】次に、上記反射ミラー4及び上記反射プリズム5の位置精度を考えると、上記基板部2, 36に対する位置ずれが、X方向、Y方向ともに、±0.05mm以内であり、これらの間のスパンの誤差は、±0.1mm以内である。上記反射ミラー4の基板部2, 36への取付け精度は、図15に示すように、±0.2°以内であり、この反射ミラー4及び上記反射プリズム5間の平行度は、±0.1°以内である。

【0090】そして、上記レーザカプラ3の上記基板部2, 36に対する位置ずれは、X方向、Y方向ともに、±0.05mm以内である。また、上記レーザカプラ3の上記基板部2, 36に対する浮きは、図16に示すように、±0.01mm以内である。したがって、ディスクレーザカプラ3の上記基板部2, 36に対する傾きは、X方向について、

$$\sin^{-1}(0.01/1.8) = 0.32^\circ$$

Y方向について、

$$\sin^{-1}(0.01/3.4) = 0.17^\circ$$

となる。ただし、X方向についての上記レーザカプラ3の長さが1.8mmで、Y方向についての該レーザカプラ3の長さが3.4mmである場合においてである。

【0091】ここで、上記主光線のX方向についての倒れを計算すると、

$$\sqrt{((0.17)^2 + (0.2)^2 + (0.1)^2 + (0.1)^2 + (0.19)^2 + (0.35)^2)} = 0.42\text{mm}$$

と、

$$\sqrt{((0.17)^2 + (0.2)^2 + (0.1)^2 + (0.1)^2 + (0.19)^2 + (0.35)^2)} = 0.42\text{mm}$$

すると、

$$\sqrt{((0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.1)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (2.3 \times \sin 0.42^\circ)^2)} = 0.21\text{mm}$$

と、

$$\sqrt{((0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (0.05)^2 + (2.3 \times \sin 0.35^\circ)^2)} = 0.17\text{mm}$$

となる。この結果により、上記主光線のX方向についての倒れ(0.42°)が、上記目標値の±0.5°に接近しており、この項目についての不良率の増大が予想される。

【0092】この光学ピックアップ装置においては、上記基板部2, 36の屈曲変位による調整によって、上記主光線のX方向についての倒れを修正することができ、不良率の減少を実現できる。

【0093】次に、この光学ピックアップ装置の組立及び調整の手順について説明する。

【0094】この光学ピックアップ装置を組み立てるには、まず、上記基板部2, 36上の所定の位置に、上記レーザカプラ3を接着により固定して配設する。

【0095】次に、上記対物レンズ20が取付けられたレンズボビン21を上記各板バネ22, 23, 24, 25を介して移動操作可能に支持している調整プレート54を、上記基板部2, 36上に配設する。

【0096】そして、上記調整プレート54の上記基板部2, 36に対する位置を調整することにより、上記レンズボビン21の位置を上記半導体レーザ素子10に対する所定位置とする。

【0097】上記レンズボビン21の位置を上記半導体レーザ素子10に対する所定位置とする調整は、上記光ディスク101に記録されている情報信号を読み取り、上記読み取り信号(RF信号)のレベル及びジッタ、EFバランス(上記フォーカスエラー信号の中立点と上記読み取り信号におけるジッタの最良状態とのずれの量)とが最良となる位置を探すことにより行う。

【0098】この調整プレート54の位置調整は、上記基板部2, 36上において3次元方向に移動及び回転(傾き)させることにより行われる。

【0099】上記調整プレート54は、上記レンズボビン21の位置が上記半導体レーザ素子10に対する所定位置となった状態で、図23に示すように、後端側部分55を上記プリント基板36に対して半田66により半田付けされることにより、上記基板部2, 36に対して固定される。

【0100】このような上記調整プレート54の調整により、上記対物レンズ駆動機構6は、上記対物レンズ20を上記半導体レーザ素子10の位置を基準とした最良の位置にて支持する状態に調整される。

【0101】そして、上記ヨーク27a, 27bを上記レンズボビン21の位置、すなわち、上記コイルボビン26の位置を基準として位置決めし、上記基板部2, 36上に配設する。

【0102】上記各ヨーク27a, 27bは、上述したように、上記可動ヨーク60を介して連結されて上記基板部2, 36上に配設され、この基板部2, 36の上面部に沿う2次元方向に移動可能となされている。また、上記可動ヨーク60は、この基板部2, 36上における

位置調整を行うための被結合部となる係合突起(ダボ)63, 64を有しており、これら係合突起63, 64を介して、上記調整プレート54に対して連結されている。

【0103】すなわち、上記各ヨーク27a, 27bは、上記調整プレート54の上記基板部2, 36上における移動の該基板部2, 36の上面部に沿う2次元方向の成分に追従して、この基板部2, 36上を移動される。したがって、これらヨーク27a, 27bの上記コイルボビン26の位置を基準とする位置決めは、上記調整プレート54の移動調整と同時に行われる。

【0104】そして、上記各ヨーク27a, 27bは、上記基板部2, 36の上面部上における位置を、上記半導体レーザ素子10を基準として位置調整されたレンズボビン21の位置を基準として定められた状態で、該基板部2, 36に対して固定される。これらヨーク27a, 27bの上記基板部2, 36に対する固定は、上記可動ヨーク60に設けられたネジ挿通孔61, 62に挿通させたネジ65, 65を該基板部2, 36のネジ穴に螺入させることにより行う。

【0105】このような上記調整プレート54及び上記可動ヨーク60の調整により、上記対物レンズ駆動機構6は、上記各ヨーク27a, 27bが上記基板部2, 36に対して垂直に配設された状態で、かつ、これらヨーク27a, 27bと上記コイルボビン26との間の間隔を充分に確保した状態に調整される。

【0106】

【発明の効果】上述のように、本発明に係る光学ピックアップ装置は、まず、基板部に対して発光素子が固定されれて配設され、次に、該発光素子より発せられた光束を光学記録媒体上に集光させる対物レンズが取付けられたレンズボビンを移動操作可能に支持する調整プレートが上記基板部上に配設され、この調整プレートの該基板部に対する位置が調整されることにより該レンズボビンの位置が該発光素子に対する所定位置となされて構成される。

【0107】また、この光学ピックアップ装置は、上記レンズボビンを移動操作する磁気回路部を構成するヨークが、上記レンズボビンの位置を基準として位置決めされて上記基板部上に配設されて構成される。

【0108】すなわち、本発明は、対物レンズ駆動機構により支持される対物レンズを光源に対して所定の位置に調整したときに、この対物レンズ駆動装置を構成するコイルボビンとヨークとの位置関係が良好な状態に維持され、また、該コイルボビンの移動可能範囲(ストローク)が充分に確保されるようになされた光学ピックアップ装置を提供することができるものである。

【0109】また、本発明は、上述のような光学ピックアップ装置を製造することができる光学ピックアップ装置の調整方法を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光学ピックアップ装置の構成を示す縦断面図である。

【図2】上記光学ピックアップ装置の概略的な構成を示す分解斜視図である。

【図3】上記光学ピックアップ装置におけるシェルカバーの基板部への取付け状態の要部を示す要部縦断面図である。

【図4】上記光学ピックアップ装置の基板部の構成を示す平面図である。

【図5】上記光学ピックアップ装置におけるシェルカバーの基板部への取付け状態の要部を示す要部斜視図である。

【図6】上記光学ピックアップ装置のシェルカバーの構成を示す斜視図である。

【図7】上記光学ピックアップ装置のシェルカバーの構成を示す平面図である。

【図8】上記光学ピックアップ装置のシェルカバーの構成を示す縦断面図である。

【図9】上記光学ピックアップ装置のレーザカプラの構成を示す斜視図である。

【図10】上記光学ピックアップ装置における光学部品の位置関係を示す平面図である。

【図11】上記光学ピックアップ装置における光学部品の位置関係を示す縦断面図である。

【図12】上記光学ピックアップ装置におけるレーザカプラの位置調整を示す側面図である。

【図13】上記光学ピックアップ装置における基板部に対するシェルカバーの位置の平面内の誤差を示す平面図である。

【図14】上記光学ピックアップ装置における基板部に対するレーザカプラの位置の平面内の誤差を示す平面図である。

【図15】上記光学ピックアップ装置における光学部品の位置精度を示す縦断面図である。

【図16】上記光学ピックアップ装置における基板部に対するレーザカプラの位置の傾きによる誤差を示す平面図である。

【図17】上記光学ピックアップ装置における光学部品の配置を示す平面図である。

【図18】上記光学ピックアップ装置における基板部の

10
10

形状を示す平面図である。

【図19】上記光学ピックアップ装置における基板部の形状を示す側面図である。

【図20】上記光学ピックアップ装置の基板部のショートランド部を折曲させた状態を示す側面図である。

【図21】上記光学ピックアップ装置の対物レンズ駆動機構の構成を示す分解斜視図である。

【図22】上記光学ピックアップ装置の対物レンズ駆動機構においてコイルボビンの位置を調整する調整機構の構成を示す分解斜視図である。

【図23】上記光学ピックアップ装置の対物レンズ駆動機構においてコイルボビンの位置を調整する調整機構の構成を示す縦断面図である。

【図24】従来の光学ピックアップ装置の対物レンズ駆動機構においてコイルボビンの位置を調整する調整機構の構成を破断して示す斜視図である。

【図25】従来の光学ピックアップ装置の対物レンズ駆動機構においてコイルボビンの位置を調整する調整機構の構成を示す縦断面図である。

【図26】従来の光学ピックアップ装置の対物レンズ駆動機構においてコイルボビンの位置を調整する調整機構の構成を示す正面図である。

【図27】従来の光学ピックアップ装置におけるシェルカバーの基板部への取付け状態の要部を示す要部縦断面図である。

【図28】従来の光学ピックアップ装置におけるシェルカバーの基板部への取付け状態の要部の他の例を示す要部縦断面図である。

【符号の説明】

30 2 ベース基板、3 レーザカプラ (L/C) 、4 反射ミラー、5 反射プリズム、6 対物レンズ駆動機構、10 半導体レーザ素子、13 半導体基材部、14 a 第1の光検出器、14 b 第2の光検出器、20 対物レンズ、21 レンズボビン、26 コイルボビン、27 a, 27 b ヨーク、28 マグネット、30 シェルカバー、32 係合溝、35 スラストスリーブ部、36 プリント基板、42 当接爪、43 当接杆、44 基準面、46 ショートランド部、47 一方のショートランド、48 他方のショートランド、50 鎔部、52 ベース基板曲げ位置、54 調整プレート、60 可動ヨーク、63, 64 係合突起

FIG.3 [図3]

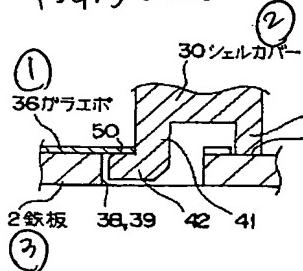


FIG.11 [図11]

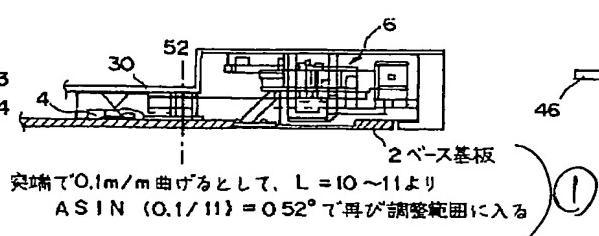


FIG.19 [図19]

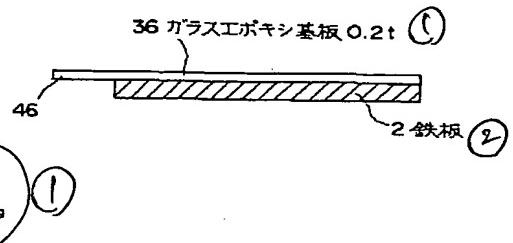


FIG. 1 [図1]

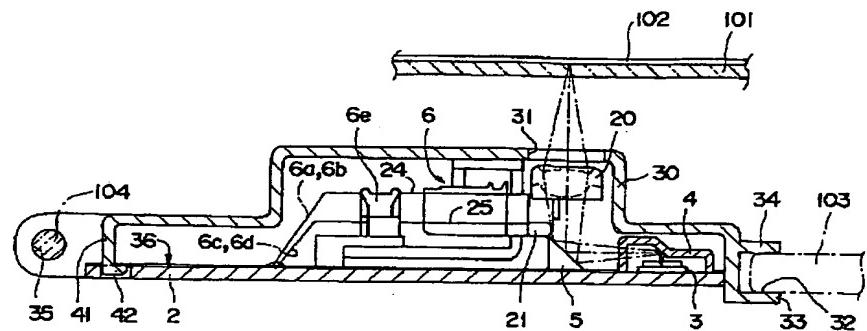


FIG.6【図6】

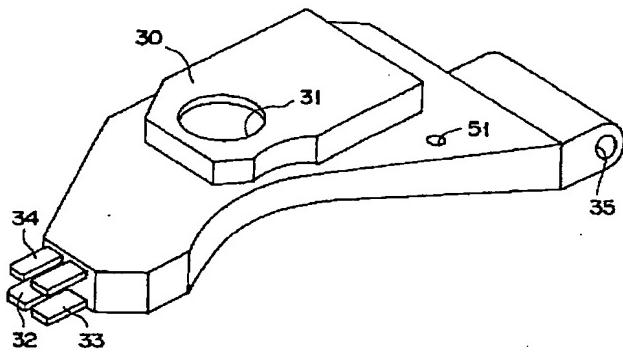


FIG.7【図7】

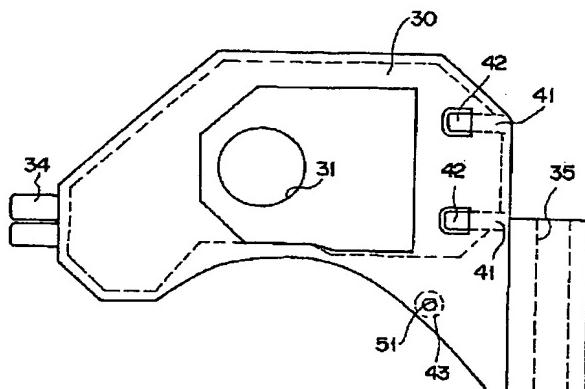


FIG.8【図8】

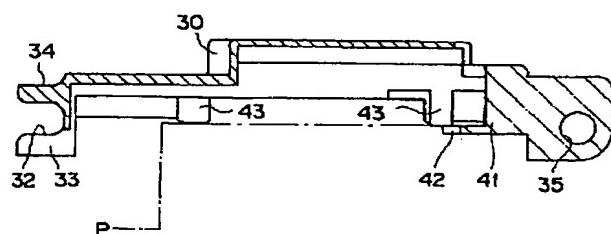


FIG.10【図10】

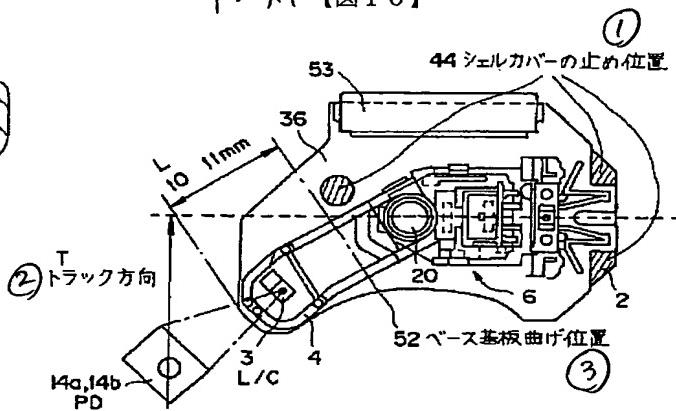


FIG.12【図12】

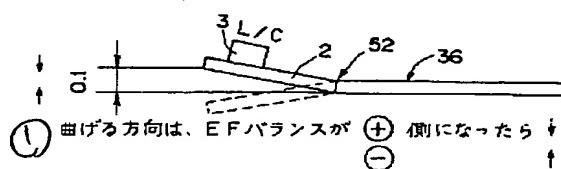


FIG.13【図13】

$$\begin{aligned} \text{X方向角度 } & \text{ASIN}(0.05/22) = 0.13^\circ \\ \text{Y方向角度 } & \text{ASIN}(0.05/15) = 0.19^\circ \end{aligned} \quad) (1)$$

FIG.14【図14】

$$\begin{aligned} (1) \quad \text{X方向角度 } & \text{ASIN}(0.02/10) = 0.10^\circ \\ \text{Y方向角度 } & \text{ASIN}(0.02/10) = 0.10^\circ \end{aligned}$$

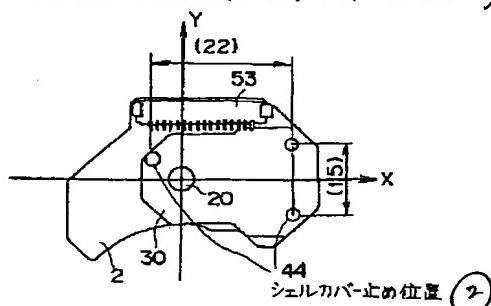
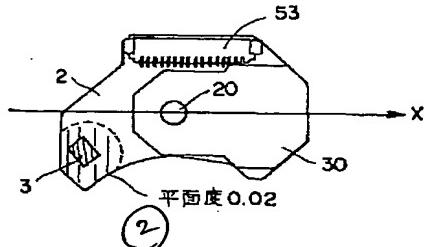


FIG. 15 [図15]

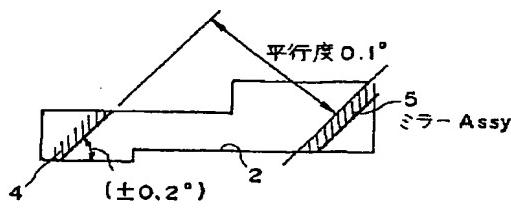


FIG. 16 [図16]

X方向角度 $\text{ASIN}(0.01/1.8) = 0.32^\circ$
Y方向角度 $\text{ASIN}(0.01/3.4) = 0.17^\circ$

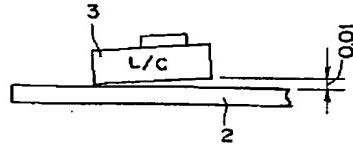


FIG. 18 [図18]

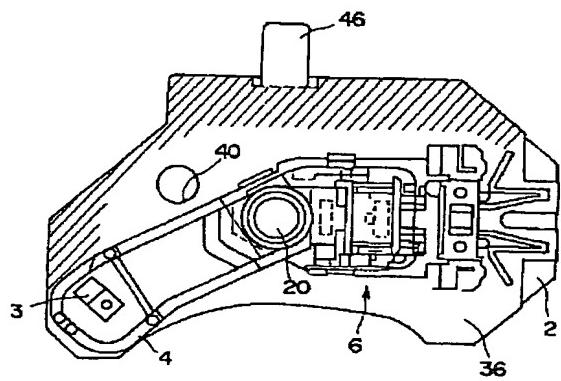


FIG. 21 [図21]

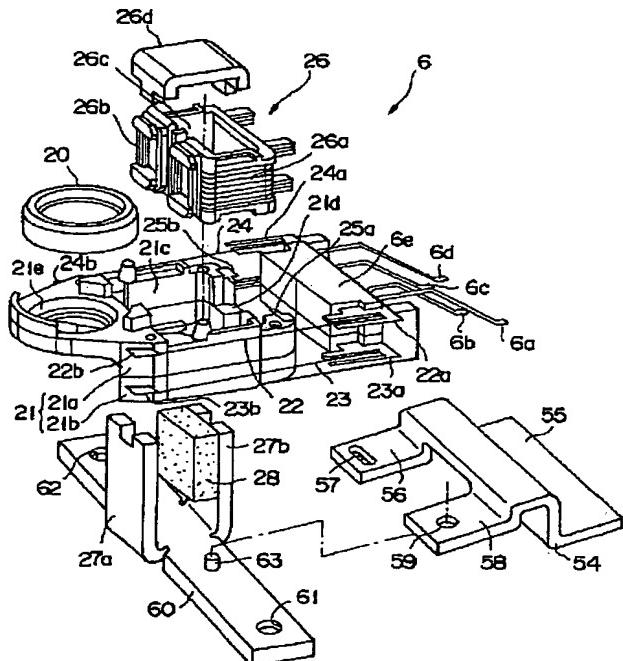


FIG. 22 [図22]

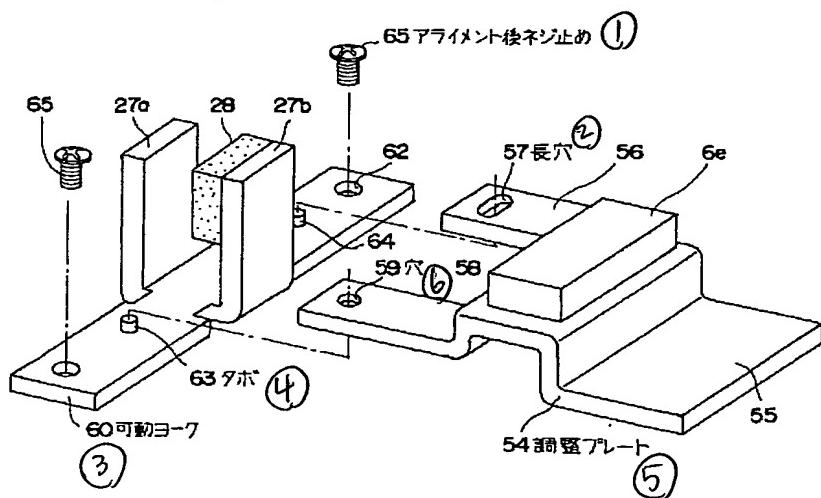


FIG. 27 [図27]

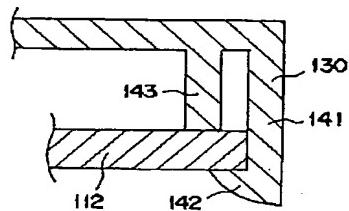


Fig. 23 [図23]

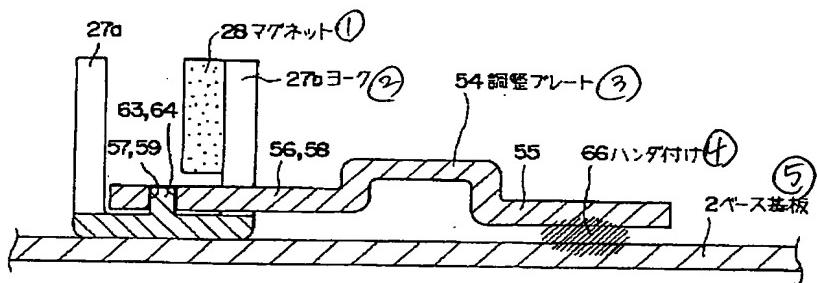


Fig. 28 [図28]

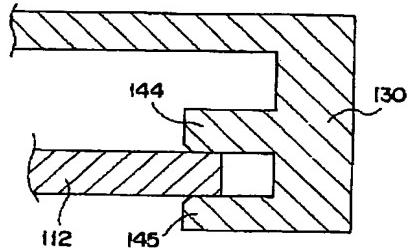


Fig. 24 [図24]

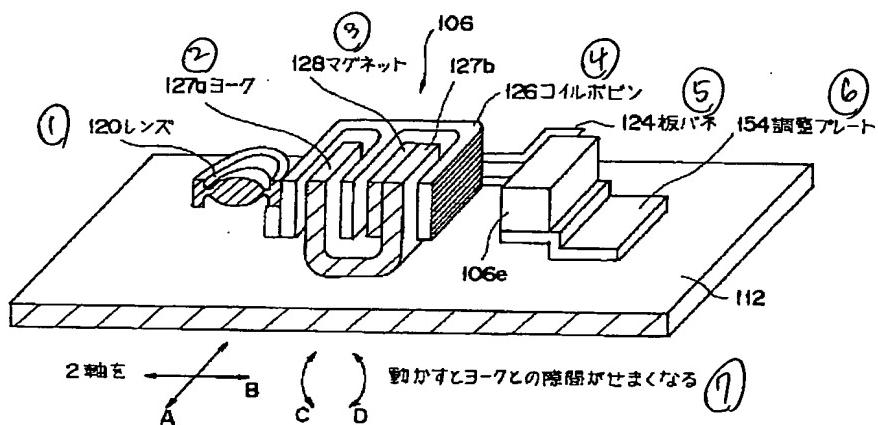


Fig. 25 [図25]

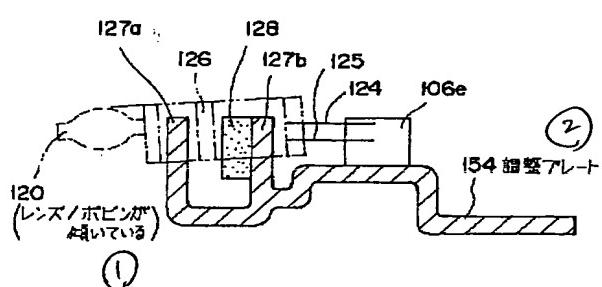


Fig. 26 [図26]

